

Milieu-aspecten bij de uitvoering van een groot waterbouwkundig project: de werken aan het kanaal Brussel-Rupel, kanaalvak Ruisbroek-Hingene, omlegging naar de Schelde

door

Dhr. ir. J. LAURENT

e.a. ingenieur —
hoofd van dienst
Dienst Tijgebonden Waterwegen

Dhr. ir. W. GRARÉ

e.a. ingenieur
Dienst Tijgebonden Waterwegen

Dhr. ing. K. DEDEYN

e.a. ind. ingenieur —
hoofd van dienst
N.V. Zeekanaal

**Prof. Dr. R. F. VERHEYEN en
Mevr. LEJEUNE**

Groep Toegepaste Ekologie

Dhr. ir. E. PAS

Bitumar N.V.

Dhr. ir. S. PIERREUX

Hydro Soil Services N.V.

HH J. LUYCKX, ir. S. PAUWELS, ir. K. MEUWES

Tijdelijke Vereniging N.V. DREDGING INTERNATIONAL —
N.V. Ondernemingen J. DE NUL

HOOFDSTUK 1:

DE KROON OP HET WERK

In 1477 gaf Maria van Bourgondië de opdracht de „Willebroekse vaart” te graven. Meer dan vijf eeuwen later zet de Tijdelijke Vereniging Hingene de kroon op het werk.

Het kanaal Brussel-Rupel — in de volksmond de „Willebroekse vaart” — heeft al een respectabele geschiedenis achter de rug. De eerste plannen dateren immers uit 1477 en waren ondertekend door Maria van Bourgondië. De Zenne was tot dan toe de enige waterweg die Brussel, via de Schelde, met de zee verbond. Omdat deze grillige rivier geen regel-

matige scheepvaart toeliet, werd er onder Keizer Karel in 1550 gestart met het graven van een kanaal parallel aan de Zenne met een diepgang van 2 meter, ruim voldoende voor trekschuiten.

Na de Belgische onafhankelijkheidsverklaring gaven de afkoop van de Scheldetol (1863) en de voltooiing van een eerste serie moderniseringswerken aan het oude kanaal het verkeer over water van en naar Brussel een nieuwe stimulans. Het kanaal werd toen verdiept tot 3,20 m. Op het einde van de 19e eeuw besliste de Belgische staat deze waterweg voor binnenscheepvaart om te vormen tot een Zeekanaal met een minimumbreedte van 35 m en een diepgang van 6,50 m. Omwille van de Eerste Wereldoorlog werden de werken pas in 1922 ingehuldigd.

Zowel de verkeerstoename als de opkomst van moderne navigatie-technieken maakte moderniseringswerken noodzakelijk: ze werden in 1967 uitgevoerd. Hierdoor wordt het kanaal toegankelijk voor schepen van 10.000 ton (in de plaats van 4.500 ton) met een diepgang tot 9,50 m. Vroeger bestond het kanaal uit 3 vakken met evenveel sluizen, maar door de bouw van de sluis te Zemst werden de sluizen van Kapelle-op-den-Bos en Willebroek overbodig. In het begin van de jaren tachtig voerde Dredging International ook nog verbredings- en verdiepingsbaggerwerken uit in het kanaalvak tussen beide sluizen. Te Hingene werd in de tweede helft van de jaren zeventig gestart met de bouw van een nieuwe niet-

tijgebonden zeesluis, en dit ter vervanging van de sluis van Wintam (foto 1).

Het belangrijkste deel van dit innovatieproject is de aanleg van een nieuw tracé dat het kanaal rechtstreeks met de Schelde zal verbinden. Het bouwen van deze omlegging gebeurt in drie fasen. Een eerste fase omvatte het bouwrijp maken van het terrein. Daarvoor was ontbossing en grondverbetering noodzakelijk. Daarna werden de dijklichamen en kaaimuren opgebouwd. Deze werken werden in 1987, na openbare aanbesteding, toegewezen aan de Tijdelijke Vereniging Dredging International-Jan De Nul (de T.V. Hingene).



Foto 1. — De Nieuwe zeesluis.



Foto 2. — Baggeren van de omlegging.

Einde 1990 werden ook de fasen 2 en 3 aan de Tijdelijke Vereniging toegewezen. Nu ging het om het aanbrengen van de definitieve oeverbekledingen, het bouwen van de dijken langs de vaargeul met een lengte van 3 km, het uitbaggeren van het kanaal en het afwerken van het terrein met streekeigen groenbeplanting (foto 2).

Begin 1991 stootte de Tijdelijke Vereniging Hingene op een oude stortplaats voor gipsafval. Voor het verwijderen van dit gips dienden eerst de nodi-

ge vergunningen bekomen te worden waardoor de werken aanzienlijke vertraging opliepen. Uiteindelijk mocht het gips in een oude kleiput in Boom-Terhagen geborgen worden. Toen dook weer een ander probleem op: de aanwezigheid van een ongekende harde laag, bestaande uit reusachtige aaneengekoekte „hamburgervormige” stenen. Vermits deze steenlaag zich situeerde boven het zand dat zou gebruikt worden voor het opzetten van de dijken, moesten deze stenen worden verwijderd (foto's 3, 4 en 5).



Foto 3



Foto 4

Hiervoor heeft de Tijdelijke vereniging het diepleponton „Zenne” in stelling gebracht. De „Zenne” slaagde erin de werken uit te voeren op 15 maanden tijd, waarbij ca. 14.000 m³ steen werd uitgegraven. De andere werken dienden niet onderbroken te worden. Na het verkleinen van deze reusachtige stenen kon dit materiaal als stortsteen tegen ontgronding worden aangewend. Om voldoende zand te winnen om ook de afwaartse dijken in de toegangsgeul te kunnen bouwen werd het bestaande kanaal tussen Ruisbroek en Willebroek uitgediept.

Ondertussen werd door Hydro Soil Services N.V. de 1.500 m lange Nato-leiding omgelegd waarvoor een 700 m lange geleide boring diende te worden uitgevoerd.

Momenteel wordt de oeverbescherming afgewerkt, bestaande uit damplanken met een kroonbalk, en verankerd d.m.v. permanente trek-ankers. Slechts na het voltooiën van de oeverbeschermingen kan het toekomstige kanaalprofiel uitgebaggerd worden. Deze werken zullen medio '95 uitgevoerd worden.



Foto 5

In het toekomstige kanaal werden ook milieuvriendelijke oevers en vispaaiplaatsen voorzien, welke werden uitgevoerd door Bitumar N.V.

Naast het nieuwe kanaalvak is in dit project eveneens de uitvoering van de toevaargeul voorzien. Als scheiding met de naastgelegen Rupel, wordt een caissondam gebouwd. De oevers van de toevaargeul worden bekleed met gevezelde open steenasfalt.

HOOFDSTUK 2:

ECOLOGISCH BEGELEIDEN DER WERKEN

1. Algemene omschrijving

Wegens allerlei vergunningstechnische problemen lagen de werken circa 2 jaren stil (1989-1990). Bij het uitvoeren der werken bleek immers dat sommige werken een drastische ingreep betekenden voor de omgeving. Mogelijke oplossingen voor deze milieu-problematiek werden gevonden na een ecologische studie. Tevens werd er beslist een cel op te richten voor de ecologische begeleiding van deze werken onder leiding van de Dienst Tijgebonden Waterwegen en in samenwerking met de v.z.w. Groep voor Toegepaste Ekologie van Prof. Dr. R.F. Verheyen, U.I.A.

Het *ecologische begeleiden van de werken* wordt als volgt omschreven:

De doelstelling van het project is via natuurtechnische maatregelen, die streven naar een verhoging van de natuurwaarde en van de landschappelijke waarde, effectief bijdragen tot de optimalisatie van de werkzaamheden aan het kanaaltraject.

In een eerste fase wordt het landschap en het biotische milieu in de omgeving van het kanaaltracé geïnventariseerd en geëvalueerd aan de hand van onafhankelijke criteria. Dit dient als referentiekader voor de landschapsecologische integratie van het kanaaltracé en de bijhorende infrastructuur in de ruimere landschappelijke structuur.

Effectverzachtende maatregelen kunnen voorgesteld worden inzake gebruik van materiaal, uitvoeringswijze, uitvoeringsperiode, technieken en bedrijfsvoering.

De te verwachten milieu-effecten vanwege het aanleggen van de nieuwe kanaalarm op de aspecten fauna, flora en landschap worden ontleend aan het milieu-effectrapport en worden beoordeeld en eventueel aangevuld. De ingreep-effectrelaties worden geëvalueerd, met aanduiding van de knelpunten.

De effectverzachtende maatregelen bestaan uit de concrete uitwerking van te realiseren maatregelen en voorstellen voor toekomstig beheer om de werken in te passen in het landschappelijke kader en in het biotische milieu. De specifieke voorstellen hebben betrekking op het inrichten van de dijk, de uitbatingstrook, het sluisplein en de langssloot afhankelijk van de beoogde functies en het aangrenzende bodemgebruik.

2. Het Milieu-Effect-Rapport

De M.E.R.-studie is in twee fasen opgesplitst omwille van de zich stellende planologische en juridisch-technische problemen inzake het niet beschikbaar zijn van bergingslocaties voor de onbruikbare grondspecie vrijkomend bij de graafwerken in het nieuwe kanaaltraject.

2.1. De effectenstudie

Deze effectenstudie had tot doel op zeer korte termijn een eerste besluitvorming toe te laten betreffende de problematiek van het bergen van de niet bruikbare grondspecie.

Het betrof een studie op macro-niveau waarin de volgende punten behandeld worden:

- * milieuhygiënische berging van grondspecie en van met gips verontreinigde specie, vrijkomend bij de aanleg van het nieuwe kanaalvak en het opsporen en selecteren van bergingslocaties, die in aanmerking komen voor verder onderzoek;
- * aangifte van de te verwachten milieu-effecten bij de aanleg van het geplande kanaaltracé.

2.2. Het eigenlijke M.E.R.

In het eigenlijke Milieu-Effect-Rapport werd de nuttige informatie uit de effectenstudie gebruikt voor de beschrijving van het studiegebied en het voorspellen van de ingreepeffectrelaties. Verder werd er een gericht onderzoek uitgevoerd naar milieu-effectverzachtende maatregelen betreffende de aanleg van het kanaaltracé en het inrichten van de bergingslocaties, met voor het Noordelijk Eiland de nadruk op mogelijkheden voor natuurbouw.

3. Voorafgaande besluitvorming

3.1. Beslissingen van de Vlaamse regering

Volgende beslissingen werden eind 1990 genomen:

- a) De ambtshalve herziening van het B.P.A. „Landelijk Gebied Kanaalzone HIN.1 – noordelijk

deel" van de gemeente Bornem, ten einde, ter uitvoering van werken van openbaar nut, op het betrokken terrein ophogingswerken te kunnen doorvoeren, met niet-verontreinigde grondspecie tot een maximum hoogte van (+ 8,50) TAW en met nabestemming „natuurgebied”.

- b) De Vlaamse minister van Openbare Werken en Verkeer te gelasten met het treffen van alle zich opdringende maatregelen tot het bekomen van alle noodzakelijke vergunningen (bouwvergunningen, stortvergunningen, ...)

* voor het onverwijld aanvullen met niet-verontreinigde grondspecie van de opwaartse helft — ter grootte van 20 ha — van het hoger genoemde terrein, tot een hoogte van (+ 8,50) TAW, met „natuurgebied” als nabestemming,

* het onverwijld uitvoeren van een M.E.R.-studie in toepassing van artikel 2 ,5° van het Besluit

van de Vlaamse regering dd. 23/03/1989 betreffende de M.E.R.-verplichting voor wat betreft het gestelde sub b en c.

- c) De overtollige specie die vrijkomt bij de aanleg van het nieuwe kanaal Brussel-Rupel te Hingene als volgt te bergen:

* een minimale hoeveelheid van 1.100.000 m³ op het terrein tussen de nieuwe sluis te Hingene en de Rupel, mits de aanvulling ervan te beperken tot een hoogte die de beste garantie geeft voor het realiseren van de nabestemming „natuurgebied” via natuurbouw,

* het saldo te bergen in de verlaten kleisite te Boom-Terhagen, inclusief de specie die bij de toekomstige verruiming van het kanaalvak Hellegat-Willebroek zal vrijkomen (foto 6).

Foto 6



- d) Met de v.z.w. Groep voor Toegepaste Ekologie een overeenkomst af te sluiten voor het ecologisch begeleiden van de werken.

Teneinde de impact van de werken voor de plaatselijke bevolking te minimaliseren, werd er midden 1992 verder beslist:

- a) Het zuidelijke deel van de bergingssite Noorderlijk Eiland, met een oppervlakte van ca. 20 ha, zal niet worden aangevuld tot het peil (+8,50) T.A.W., doch de aanvulling zal worden beperkt tot het peil (+6,50) T.A.W.

Teneinde de oorspronkelijke bergingscapaciteit van het Noordelijk Eiland bij de aanvulling van het zuidelijke deel tot het peil (+8,50) te kunnen behouden, zal deze specie worden uitgespreid over de volledige oppervlakte van het Noordelijk Eiland, en dit volgens de richtlijnen en gegevens van het natuurontwikkelingsplan dat in samenwerking tussen de diensten van de gemeente en de v.z.w. Toegepaste Ekologie, zal worden opge maakt.

Deze optie is enerzijds gebaseerd op de resultaten van het Milieu Effecten Rapport dat voor de uitvoering van deze werken werd opgesteld en houdt rekening met een aantal technische argumenten.

Bij een behoud van het noordelijke deel van het Noordelijk Eiland op het huidige niveau zal, gelet op de zeer lage ligging, dit gebied immers volledig onder water komen door waterinfiltratie doorheen kanaal- en Rupeldijk en door neerslag. Afvoer van dit oppervlaktewater kan enkel door middel van een pompgemaal gerealiseerd worden. Dergelijke installatie vereist naast belangrijke bouwkosten eveneens een zeer belangrijk onderhoud en dit voor de ontwatering van een klein gebied, zodat zulke uitgave niet verantwoord is. Het onder water komen van het noordelijke deel van het Noordelijk Eiland zal daarbij een invloed hebben op de stabiliteit van de Rupeldijk, die zal moeten aangepast worden om de bescherming van de bevolking tegen wateroverlast te verzekeren.

- b) Voor het gebied van het Noordelijk Eiland zal een herziening van het B.P.A. worden voorgesteld, waarbij de nabestemming natuurgebied voor deze zone wordt vastgelegd.
- c) De inrichting van de dijk en de aanpalende terreinen ter hoogte van de deelgemeente Wintam, eigendom van N.V. Zeekanaal, zal gebeuren na overleg tussen de gemeentelijke diensten en de v.z.w. Groep Toegepaste Ekologie.
- d) De milieuverzachtende maatregelen, zoals voorgesteld in het Milieu Effecten Rapport, zullen

ook toegepast worden op de infrastructuurwerken van de nieuwe kanaalarm.

3.2. Het Bijzonder Plan van Aanleg

Conform de beslissing van de Vlaamse regering, werd door de Vlaamse minister van Ruimtelijke Ordening en Huisvesting de ambsthalf in herzieningstelling van het B.P.A. „Landelijk Gebied Kanaalzone HIN.1 – noordelijk deel” op 26 april 1990 aan de regering voorgelegd. Vervolgens werd het Besluit van de Vlaamse regering houdende beslissing tot herziening van het B.P.A. genomen.

Dit besluit werd op 12/07/1990 in het Belgische Staatsblad gepubliceerd.

Dit resulteerde in het afleveren van de bouwvergunning, op 05/09/1990, voor het ophogen van het opwaartse deel van het Noordelijk Eiland tussen de nieuwe sluis te Hingene en de Rupel (20 ha).

4. Inrichtingsvoorstellen

De studie gaf aanleiding tot o.a. volgende voorstellen:

4.1. Uitbatingstroken

- Langs de linkeroever van het kanaal gaat de voorkeur uit naar aanplantingen van zwarte populier en wilgen.
- Ter hoogte van de 230 m lange kaaimuur is het noodzakelijk om met tussenafstanden van 50 m ladders aan te brengen.
- Op het einde van de dr. F. De Laetstraat wordt vlak tegen de dijk een woonpleintje gecreëerd om de straat af te sluiten.
- Een aantal wandel- en fietsroutes kunnen worden herlegd.
- Ter hoogte van de bebouwde zone van Wintam kan men de aantrekkingskracht en de toegankelijkheid van de dijken verhogen door het aanleggen van trappen of hellingen tussen de bestaande straten en de dijk. Dit kan worden gecombineerd met de aanleg van uitzichtplaatsen en recreatieve halteplaatsen op de dijk.

4.2. Benedendijkse weg

- Aan weerszijde aanplanten van grauwe abeel (inlandse soort).
- Niet inzaaien van de wegbermen, maar spontane ontwikkeling toelaten.



Foto 7

4.3. Afwateringsgreppel

- Aanleg van zwakke taludhelling 12/4 op de linkeroever.
- Aanleg, waar mogelijk, van een ondiepe plasberm (10-15 cm) aan de rechteroever.
- Zorgen voor uitwaaiende monding van de zijsloten.
- Aanleg langs de zijsloten van bomenrijen en/of houtkanten.

4.4. Dijken

- Afdeklaag bestaat liefst bovenaan uit zandig materiaal, en onderaan uit lemige of kleiige grond, dit om een soortenrijke begroeiing te bevorderen.
- Niet inzaaien, maar spontane ontwikkeling toelaten van de vegetatie.
- Bij dijkbreedte van 3 m, dienen op regelmatige afstand (b.v. 30 m) verbredingen tot 6 m voorzien te worden.
- Aanplanten van een houtkant, net aan de dijkvoet; eventueel een tweede rij iets hoger op het talud.

- Aanleg van hengelpaatsen d.m.v. een taludtrap van de dijkkruin naar de vlakke strook (± 1 m) achter de kroonbalk.

4.5. Oeververdediging

- Er wordt voorgesteld om, bij wijze van experiment, een natte oeverzone aan te leggen door over een lengte van b.v. 30 à 50 m de vlakke strook achter de damwand niet aan te vullen tot (+5,50) T.A.W., maar slechts tot (+4,50) T.A.W.

4.6. Sluisplein

- Het is beter, gezien de grond er vrij droog zal zijn, het sluisplein als een aangenaam ogend, noodzakelijk uitzien park aan te leggen.

4.7. Noordelijk Eiland (foto 7)

- Het is van belang dat de kanaal- en Rupeldijken een zo gevarieerd mogelijke, bloemrijke vegetatie dragen en dat het aangewende cultuurland (o.a. de uitbatingsstroken) aan de te intensieve landbouw wordt onttrokken.
- Bij hydraulisch opspuiten ($\pm 1.100.000 \text{ m}^3$), ontstaat bij de mond van de buis een energierijk

milieu, waarin enkel de grovere korrels uit het heterogene baggerslib kunnen bezinken. De fijnere korrels bezinken verderop; veen gaat het verst. Hierdoor ontstaat een zachte helling met een dubbele gradiënt van zandig en droog op het hogere gelegen gedeelte, tot vochtig of nat en kleiig op het lagere gedeelte.

- Om het industriële complex van Schelle aan het zicht te onttrekken, wordt voorgesteld een visueel scherm van bomen aan te planten in de Noord-Oosten hoek, tegen de Rupeldijk aan.
- Ten behoeve van de vogelliefhebber en de geïnteresseerde recreant kunnen één of hooguit twee houten vogelobservatiehutten ingericht worden. Deze moeten uitzicht geven op open water en bereikbaar zijn via een smal pad.
- Optimale ontwikkeling bij begrazing met koeien; als doel wordt gesteld: het behouden van een gevarieerde vegetatie die voor iets meer dan de helft uit bos bestaat. Een goed voorbeeld zijn de Galloway runderen: het zijn kleine, langharige, Schotse runderen, die volledig winterhard zijn en zeer gemakkelijk kalven.
- Mits goede monitoring kan veel geleerd worden over ontwikkeling van de vegetatie op opgespoten terreinen in relatie tot beheer.

HOOFDSTUK 3:

HYDRAULISCH TRANSPORT VAN GROND ONDER BESTAAND KANAAL EN RIVIER: HET TOEPASSEN VAN EEN NIEUWE MILIEUVRIENDELIJKE BOORTECHNIEK VOOR HET PLAATSEN VAN ZINKERS

1. Inleiding

Om het materiaal dat vrijkomt bij het baggeren, naar zijn uiteindelijke bestemming te brengen, was het noodzakelijk om twee verzonken kruisingen te maken met bestaande rivier en kanaal.

Na ver doorgedreven vergelijkende studie, koos het Bestuur voor het installeren van een afgezonken stalen buis van 762 mm diameter.

Na evaluatie van de financiële aspecten, de bouw-tijd, de ecologische en milieu-aspecten werd geopteerd voor de methode van de gestuurde boring om deze onder-water-kruisingen te realiseren.

Met deze techniek van de „directional drilling” werden aldus twee pipeline-lengtes van respectievelijk 280 m (Zeekanaal) en 420 m (Rupel) verwezenlijkt

zonder enige hindernis voor de scheepvaart en zonder enige nadelige impact op het milieu.

De criteria waaraan de twee obstakels moesten voldoen, waren voor het Bestuur de volgende:

- geen hinder voor de scheepvaart;
- korte bouw-tijd;
- minimale kosten;
- minimale invloed op de omgeving.

De volgende alternatieven werden bekeken:

- het klassieke afzinken
Belangrijke nadelen hiervan waren:
 - 1) belangrijke hinder voor de scheepvaart tijdens het baggeren van de sleuf en het afzinken van de persleiding,
 - 2) het maken van de sleuf impliceerde zekere risico's m.b.t. de stabiliteit van de kaaimuren,
 - 3) om de persleiding voldoende diep te leggen, diende een vrij grote sleuf gebaggerd te worden,
 - 4) het bergen van het slib (dat deels verontreinigd was) zou enerzijds de nodige technische voorzieningen vergen, en anderzijds duurder uitvallen,
- transport van de grondspecie langs de weg zou de bestaande infrastructuur zwaar beschadigen en zorgen voor zeer grote hinder in de betrokken gemeenten;
- installatie van de persleiding d.m.v. een gestuurde boring.

Het laatste alternatief benaderde het beste de vooropgestelde criteria.

De boringen werden, in onderaanneming door de T.V. Hingene, toevertrouwd aan Hydro Soil Services N.V., een gemeenschappelijk dochterbedrijf van Smet Boring N.V. (Dessel) en Dredging International N.V.

2. Techniek van de gestuurde boring

2.1. Inleiding

De techniek van de gestuurde boring werd voor het eerst ontwikkeld in Amerika, waar ze werd toegepast in de petroleumindustrie, zowel op land als in zee.

Heden wordt deze techniek wereldwijd toegepast, voornamelijk voor de aanleg van persleidingen, nuts-

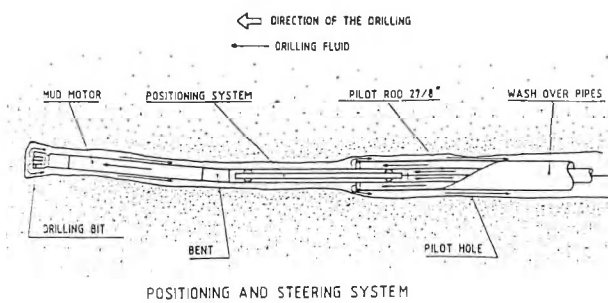


Fig. 1

leidingen, kabels en dergelijke onder rivieren, kanalen, snelwegen, spoorwegen, enz.

Hierdoor is de verstoring van de omgeving en het verkeer quasi nihil. Ter plaatse van de in- en uitrede van de boring zijn deze storingen tot een strikt minimum herleid.

Het is duidelijk dat de techniek van gestuurde boring een oplossing biedt voor vele, schijnbaar onoverkomelijke problemen, daar waar klassieke technieken meer hinder geven en soms ontoereikend zijn.

Bovendien is veruit in de meeste gevallen de gestuurde boormethode goedkoper dan de klassieke „open” methode of andere boorprocedures.

2.2. Voorstudies en planning van de boring

Het is allernoodzakelijkst een gedetailleerde analyse van de grond te maken om alzo de fysische en mechanische karakteristieken ervan te kunnen vastleggen. Dit onderzoek bevat minimum een aantal grondboringen en sonderingen met regelmatige tussenafstand langsheen de as van de boring.

Een bathymetrische inmeting bezorgt de rivierprofielen. Op basis van deze verzamelde gegevens kan een uitvoeringsplan opgemaakt worden, welke rekening houdt met de bestaande infrastructuur.

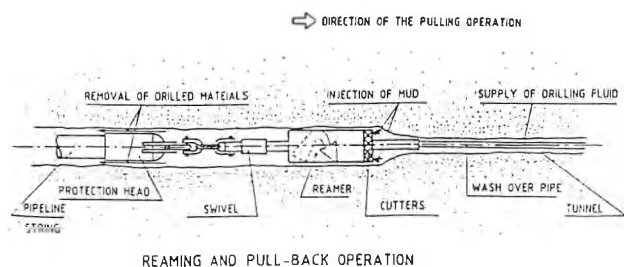


Fig. 2

2.3. Gestuurde boring

Bij de start van het project, wordt een werfzone klaargemaakt waar de boorinstallatie kan worden opgesteld. Deze installatie is mobiel, en gedeeltelijk op opliggers bevestigd. Een 60-ton kraan zorgt voor de verdere installatie. Terwijl de boorkop in de juiste positie wordt gebracht, wordt de meetapparatuur gecalibreerd.

2.3.1. Booroperatie (fig. 1 en 3)

Zodra de boorkop is gepositioneerd, en alle onderdelen werden uitgetest, kan de boring van het pilootgat beginnen. Van zodra de wrijving langs de stangen te hoog oploopt, en de vooruitgang te moeilijk wordt, dient deze wrijving verminderd d.m.v. spoelen langs de piloot-stangen met een bredere boorpijp.

Dit proces gaat verder tot het uittredepunt bereikt is. De positionering van de piloot-stangen gebeurt continu d.m.v. een meetinstrument, verbonden met een computer. Deze berekent en tekent het werkelijke traject t.o.v. het voorgeschreven traject. Het uitgevoerde traject kan zo gecontroleerd worden en aangepast aan het theoretische traject.

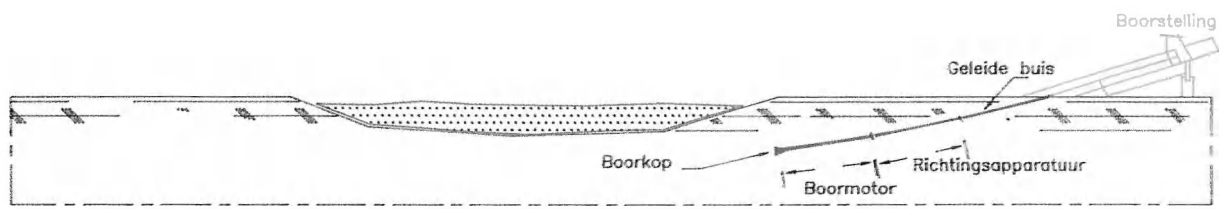
Als boorvloeistof is gekozen voor een mengeling van water en bentoniet, omdat bentoniet een natuurlijk en milieuvriendelijk produkt is. De viscositeit en dichtheid van de boorvloeistof worden bepaald door de grondkarakteristieken, welke op hun beurt resulteerden uit het grondonderzoek. De boorspecie wordt in bakkens gestockeerd aan het intrede- en uittredepunt, waar een speciale ontzandingsinstallatie ervoor zorgt dat de boorspecie weer kan worden gebruikt.

Eenmaal de boor- en spoelpijp aan de overkant van de rivier verschijnt, wordt de boorkop verwijderd. De binnenste buis (boorpijp) wordt teruggetrokken. De spoelbuis blijft achter in de grond en het ruimen kan beginnen.

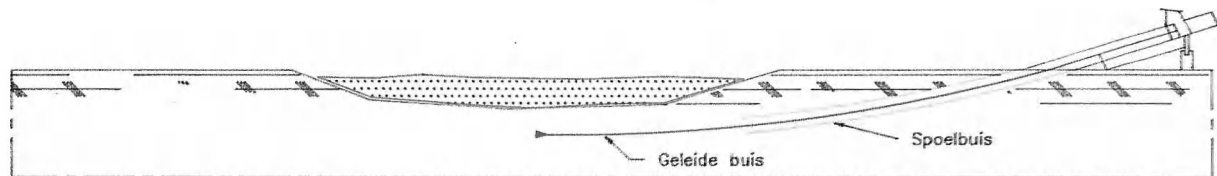
2.3.2. Het ruimen (fig. 2 en 3)

De spoelbuis wordt vastgemaakt aan een ruimer met diameter 22 duim en teruggetrokken m.b.v. een roterende boorkop. Dit betekent dat de tunnel vergroot wordt van 5 duim tot 22 duim; dit is de eerste stap in de ruimingsfase.

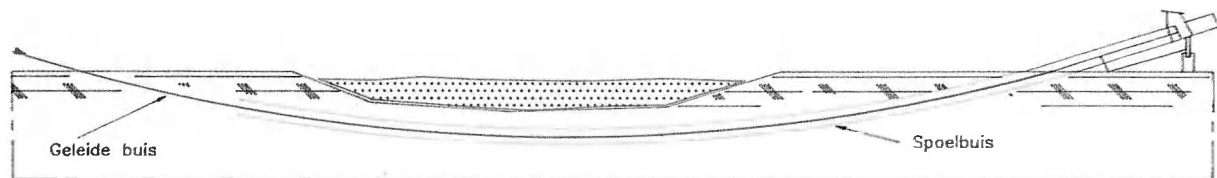
Van zodra de 22 duim ruimer het intredepunt heeft bereikt, wordt hij verwijderd, waarna een 30 duim ruimer wordt bevestigd aan de spoelbuis,



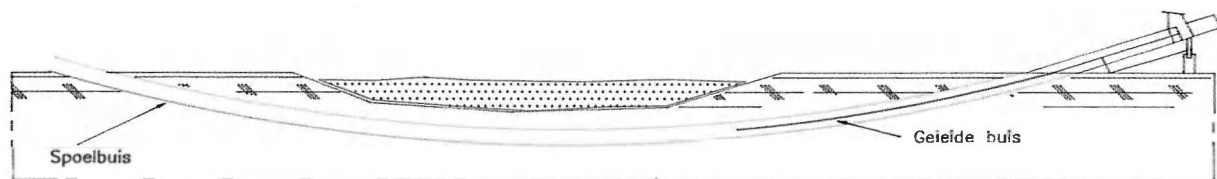
1. Boren van geleide buis



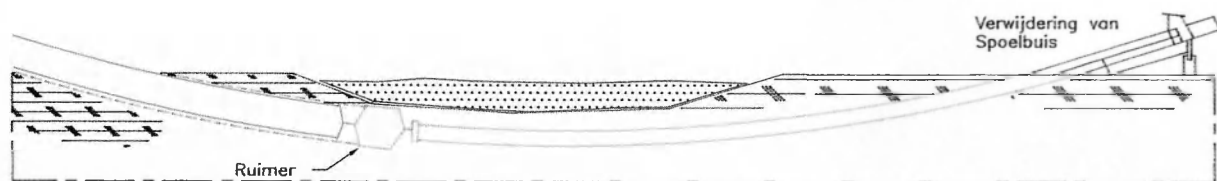
2. Spoelbuis in fasen aangebracht om wrijving te verminderen



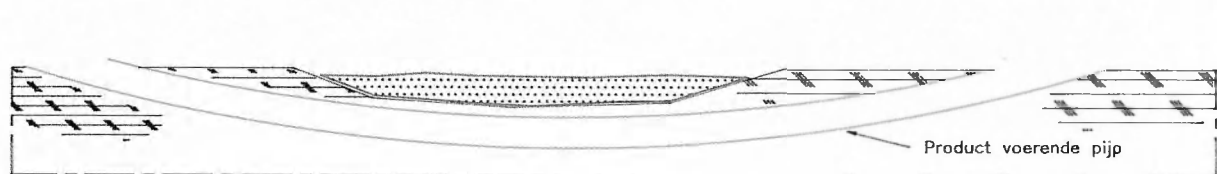
3. Geleide buis komt boven de grond



4. Geleide buis terugtrekken uit spoelbuis



5. Met ruimer pijp door gat trekken



6. Voltooide kruising

Fig. 3

zodat de tweede stap in de ruimingsfase kan starten. Gedurende de tweede stap wordt de tunnel verruimd van 22 duim tot praktisch $1,5 \times$ de uitwendige diameter van de persleiding.

Tijdens deze ruimoperaties wordt steeds een boorvloeistof op basis van bentoniet gebruikt voor de aandrijving van het snijtuig, om de wrijving te verminderen en ter ondersteuning van de geboorde tunnel.

De klaarliggende persleiding wordt in de juiste positie gebracht m.b.v. kranen, en ondersteund door rollen. Opnieuw wordt de laatste ruimer aan de spoelbuis gekoppeld. De persleiding wordt op haar beurt bevestigd aan de ruimer. Hierna kan het eigenlijke inbrengen van de persleiding beginnen.

De persleiding wordt de tunnel ingetrokken.

Dit wordt de „intrek-operatie” genoemd.

Tijdens deze operatie wordt een bentonietvloeistof gebruikt om de wrijving en de krachten op de persleiding te verminderen.

De boorspecie (bentoniet en grond) wordt verzameld in de bekkens aan beide uiteinden, en daarna van de werf verwijderd.

Nadat de persleiding is aangebracht, wordt de eerste „aanvaardingstest” uitgevoerd.

2.4. Beschrijving van de boorinstallatie

2.4.1. Voornaamste onderdelen (foto 8)

De installatie bestaat uit een boorwagen, waarop de hydraulische motor, welke de boorstang aandrijft, is gemonteerd. De boorwagen is geïnstalleerd op een centraal spoor, dat aan beide zijden getand is. Vier hydraulische motoren bewegen over het spoor. De gezamenlijke trek- en duwkracht bedraagt 250 ton.

De installatie wordt gesteund door een platform, uitgerust met 2 hydraulische cilinders op het uiteinde, om alle hoeken te kunnen bestrijken tussen 5° en 21° .

Het geheel noemt men de boorinstallatie.



Foto 8

De boormeester beveelt alle operators vanaf de stuurcabine. Dankzij een „on-line” computersysteem, kan hij alle boorparameters overschouwen.

Het computersysteem, welke alle gegevens ontvangt van de besturingssensor, bevindt zich in de stuurcabine.

Hydraulische pompen en dieselmotoren zijn afzonderlijk ingebouwd in een aparte 40-voet container; zij hebben een vermogen van 750 pk. Het geheel wordt de krachtbron genoemd.

2.4.2. Boormotor met besturingseenheid

Vooraleer het boren start, wordt het positioneringssysteem gecalibreerd i.v.m. compensaties voor het aardmagnetisme en andere invloeden. Om de invloeden minimaal te houden zijn de eerste boorstangen uitgerust met anti-magnetisch materiaal.

Om de theoretische curven te benaderen, is er onmiddellijk achter de boorkop een besturingssysteem aangebracht. De exacte positie van de boorkop wordt aan de computer doorgegeven d.m.v. een kabelverbinding. Afhankelijk van de grondsamenstelling, kunnen 2 systemen gebruikt worden om het boren volgens plan te laten verlopen.

Voor hardere grondlagen gebruikt men een boormotor; in zachtere gronden verkiest men een „jet” systeem.

Bij gebruik van het „jet” systeem, wordt de grond aan het front uit elkaar gejaagd d.m.v. onder hoge druk geïnjecteerd boorslijm. De rotatie van de boorkop gebeurt bij de slijkmotor door het inpompen van de boorvloeistof.

2.4.3. De ruimer en wartel (foto 9)

De ruimer en wartel worden ingezet bij de ruimoperaties wanneer de persleiding een grotere diameter heeft dan de spoelbuis. Gedurende deze ruimoperaties wordt een bentonietmengsel via de spoelbuis door de ruimer gepompt. Door gelijktijdig roteren en trekken, wordt het boorgat vergroot. Tussen de aan te brengen leiding en de ruimer bevindt zich een wartel om het draaien van de leiding tegen te gaan.

De diameter van de ruimer, en dus van het vergrote boorgat, is uiteraard steeds groter dan de te plaatsen leiding.

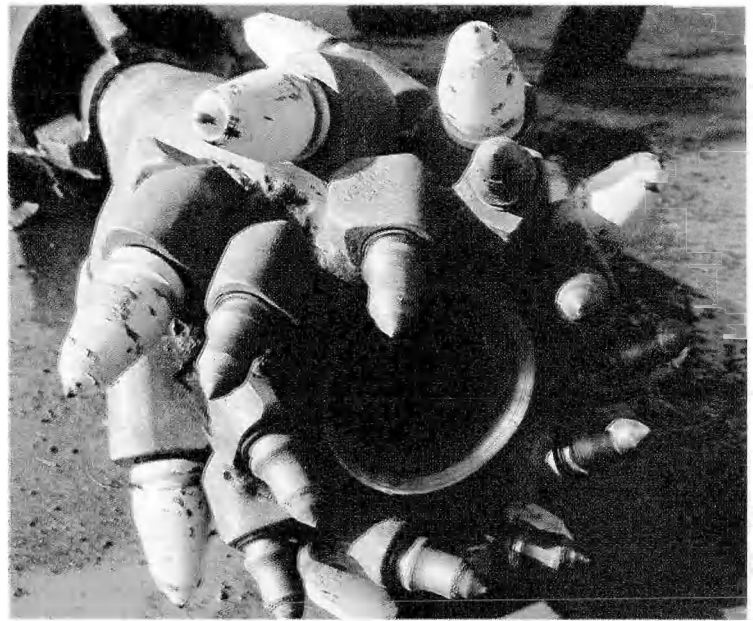


Foto 9

2.4.4. De boorspecie

De boorspecie moet de volgende functies vervullen:

- aandrijven van de boormotor;
- verminderen van de wrijving tussen de boorstangen en de wand van de tunnel;
- afvoer van het weggeboorde materiaal;
- stabiliseren van de tunnel.

De beste oplossing is een mengsel van water en bentoniet (een kleimateriaal), het:

- is milieuvriendelijk;
- is een goed smeermiddel;
- is mogelijk om sommige types bentoniet te mengen met zeewater;
- is een thixotrope vloeistof;
- voorkomt instorting van de tunnel wegens osmose inwerking.

De viscositeit, de densiteit, enz. van het water-bentonietmengsel, worden bepaald bij het voorafgaandelijke grondonderzoek. Tijdens het boorproces worden alle parameters van de boorvloeistof gecontroleerd en indien nodig, aangepast.

Met het oog op een recuperatie van het bentoniet, zijn de meeste boorinstallaties uitgerust met een ontzandingsinstallatie.

3. Beschrijving van het project (foto 10)

De karakteristieken van het project waren de volgende:

- de boorlengtes bedroegen respectievelijk 285 m voor het zeekanaal en 420 m voor de Rupel;
- via boren en ruimen werd een stalen pijp van 0,762 m diameter ingebracht, de lussen waren om de 12 m aangebracht; de wanddikte bedroeg 16 mm.

4. Uitvoering van de kruising met het Zeekanaal (foto 11)

4.1. Boren van het pilootgat

De boorinstallatie werd op 3 dagen opgericht. Het boren zelf werd begonnen op 4 juni 1991.

De gekozen intredehoek bedroeg 12°. De 285 m pilootboring was beëindigd na 42 uren continu werken.

Geen belangrijke problemen werden tegengekomen daar er geboord werd in zandgrond met af en toe een leemlens. De pilootbuis (diam. 127 mm) werd kort daarop aangebracht met een 305 mm boorkop. Na 200 m boren moest de beschoeiing van een kaaimuur doorboord worden en moest het boortraject in een venster van 3 m vallen, wegens de aanwezigheid van ankerpalen.

4.2. Ruimoperaties

Het ruimen tot 559 mm verliep naar wens. De 285 m werden afgewerkt binnen de 18 uren. Het ruimen tot 762 mm gebeurde in 14 uren, en tot 1016 mm in 12 uren.

De gebruikte trekkracht was vrij laag: 30 ton.

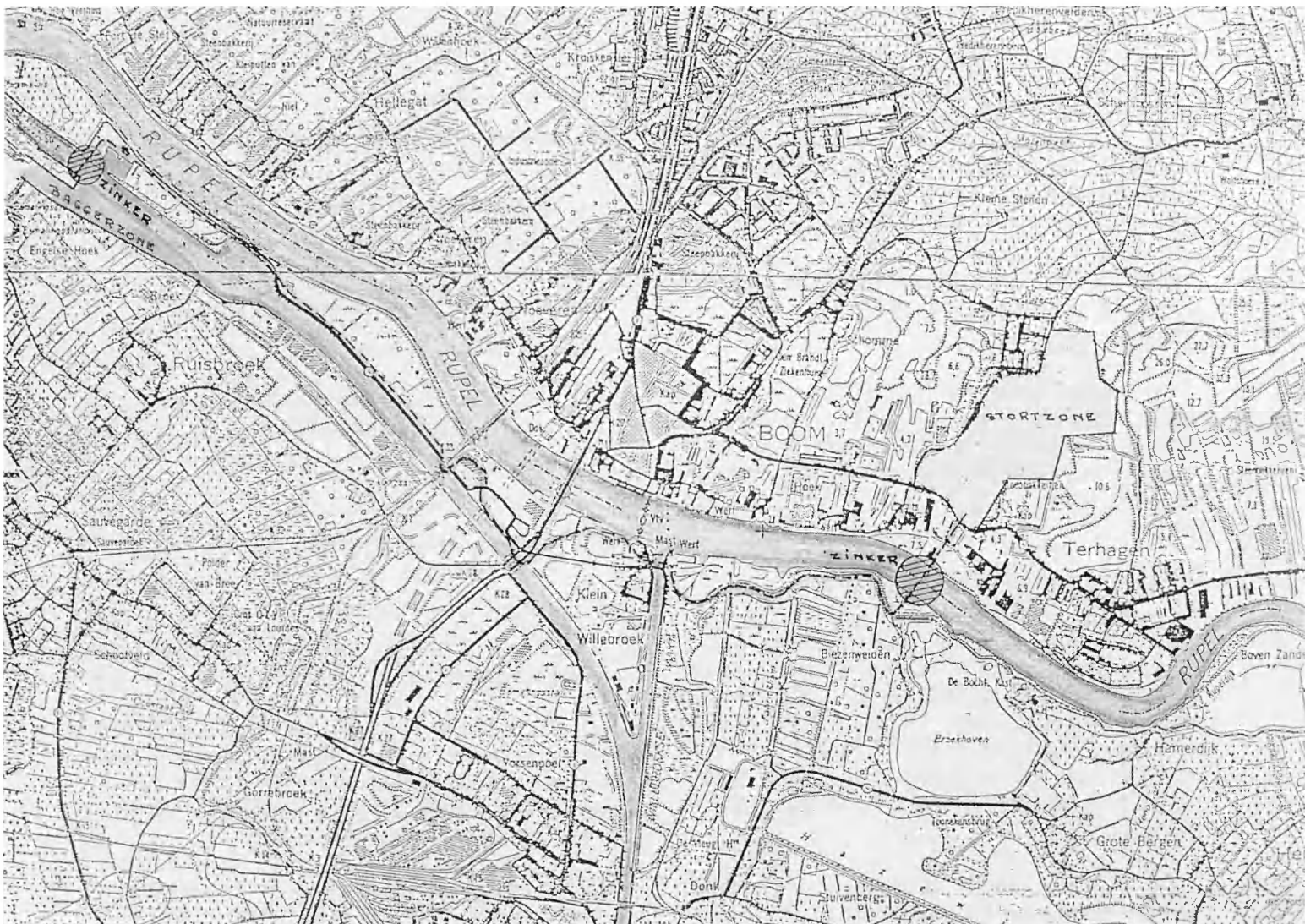


Foto 10



Foto 11

4.3. Intrekoperatie

Het intrekken van de persleiding was voltooid op 9 juni en nam 8 uren in beslag. De benodigde trekkracht was 60 ton.

4.4. Besluit

- a) Het back-up systeem voor de gestuurde boorkop werkte perfect. Het beoogde doel, nl. te sturen tussen 2 palen, was een succes.
- b) De vooraf ingeschatte hoeveelheid bentoniet werd bereikt. Meer dan 800.000 liter boorslijk werd gerecycleerd.

5. Uitvoering van de kruising met de Rupel (foto 12)

5.1. Boren van het pilootgat

Er werd gestart op 27 augustus 1991.

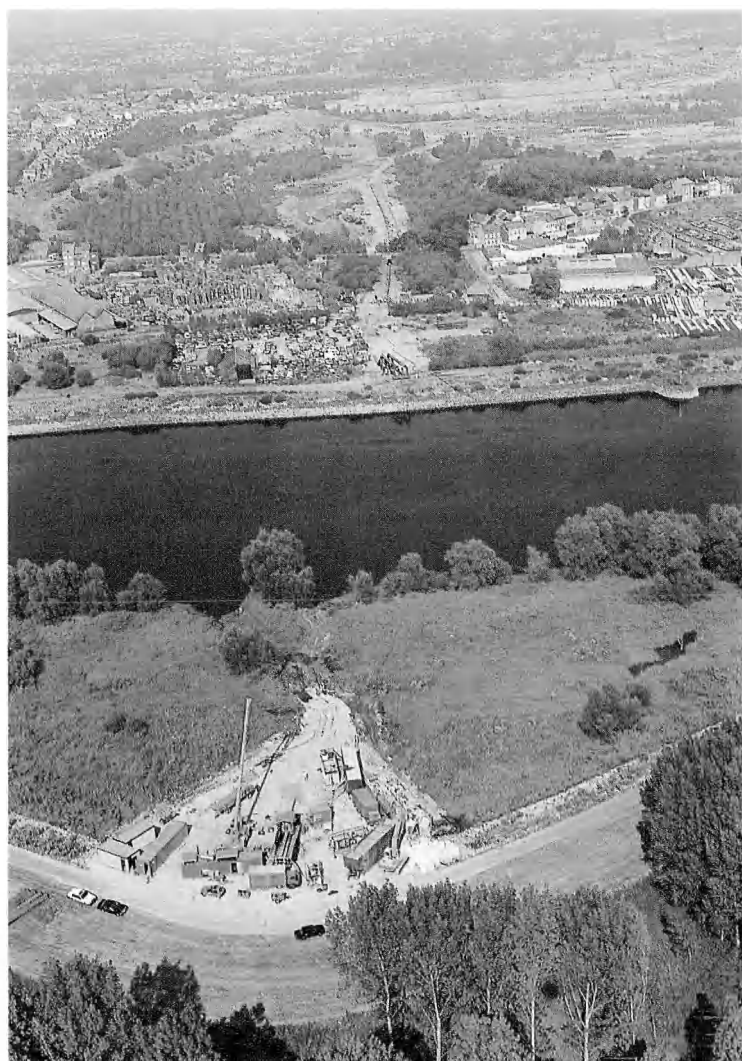


Foto 12

Na 12 uren was de boorkop reeds 100 m ver. De grond bestond uit leemachtig zand, matig tot dicht gepakt.

Het grondonderzoek bestond uit:

- een bathymetrische opmeting van de rivierbodem;
- een kernboring nabij het uitredepunt;
- 2 kernboringen en 2 sonderingen in de rivier, vanaf het hefeiland Tijl II.

Typisch voor deze streek is de aanwezigheid van septoren. Deze bestaan uit lichtgrijze, bijzondere harde mantel. Afmetingen kunnen variëren tussen 0,5 m en 5,0 m.

Op een diepte van 17 m, na ongeveer 126 m werd zo'n septaria aangeboord. De jetmotor kon niets meer uitrichten. Spoelbuizen, welke veel sterker zijn dan boorstangen, werden ingezet. Na drie uur boren



Foto 13

viel de septaria uiteen. Na 290 m werd een nieuw obstakel — waarschijnlijk weer een septaria — ontmoet. Na 4 uur boren en duwen tot 75 ton, waren de boorpijpen nog geen cm vooruitgegaan.

Samen met het Bestuur werd beslist het boortraject te verlaten, en zijdelings uit te wijken.

De boorstangen werden tot 63 m teruggetrokken.

5.2. Boren van een tweede tunnel

Het nieuw boorprofiel was enkele meters verwijderd van de vorige, waardoor belangrijke krommingen ontstonden in het profiel. Hierdoor konden de obstakels vermeden worden. De pilootboring ving aan op 5 september en was beëindigd na 48 uren boren.

5.3. Ruimen en intrekken

Het ruimen veroorzaakte geen problemen. Zowel met de 22", de 30" en de 40" ruimer verliep alles volgens plan. Het intrekken van de 420 m lange persleiding begon op 13 september. 11 uur later was de operatie een succes. De tunnel klapte toe op 415 m van het startpunt. En trekkracht van 215 ton was nodig over een korte afstand.

De uitvoering van het werk bedroeg 18 dagen, of 8 dagen meer dan voorzien.

Foto 14





Foto 15

HOOFDSTUK 4:

AANLEG VAN EEN NATO-PIJPLEIDING

1. Inleiding

Het nieuw te baggeren kanaal snijdt doorheen een petroleumtransportleiding van de Nato.

Deze leiding — welke een werkdruk heeft van 76,5 bar — wordt voor 55% gebruikt door de Nato. Voor de overige tijd kunnen privé-ondernemingen ervan gebruik maken om gelijkwaardige produkten te vervoeren vanuit Antwerpen.

2. Boring

Voor het nieuwe aan te leggen tracé werd eveneens geopteerd voor een „directional drilling” om over een lengte van 635 m een stalen leiding te leggen (diam. 273 mm) met een wanddikte van 9,3 mm. Het voorgestelde tracé veronderstelde te boren met een straal van 750 m in het verticale vlak en een maximale diepte van 35 m, in combinatie met een straal van 750 m in het horizontale vlak. Over het traject werden 3 kernboringen uitgevoerd en 3 sonderingen. De grond bestond voornamelijk uit kleiachtig zand.

Er werd gevreesd dat septaria zouden ontmoet worden op een diepte van circa 10 m.

Besloten werd om de boorkop uit te rusten met rotsbeitels. Achteraf bleek deze vrees ongegrond.

De lengte van 635 m was noodzakelijk, omdat naast het kanaal zich een terrein bevond met opgespoten zand (foto's 14 en 15).

Het intredepunt was in de onmiddellijke nabijheid gesitueerd van enkele huizen. Om zoveel mogelijk hinder weg te nemen voor de bewoners richtte Hydro Soil Services N.V. een geluidsscherm op, waardoor de werf werd afgeschermd van de bebouwing.

De pilootboring nam 5 dagen in beslag (diam. 70 mm).

De diameter van de ruimer bij de laatste operatie bedroeg 559 mm: De persleiding werd ter plaatse gelast en voorafgaandelijk getest op de druk welke zou gebruikt worden bij de inbedrijfstelling. De intrekooperatie duurde slechts 16 uren.

Vooraleer de leiding werd aangesloten op het bestaande net, werd nogmaals een test uitgevoerd op werkdruk.

HOOFDSTUK 5:

NATUURVRIENDELIJKE OEVER-VERDEDIGING: HET VISWATERPROJECT

1. Inleiding

Een milieuvriendelijke oever is een constructie voor de bescherming van oevers die zo is gebouwd dat een interessante omgeving ontstaat voor mens, dier en plant.

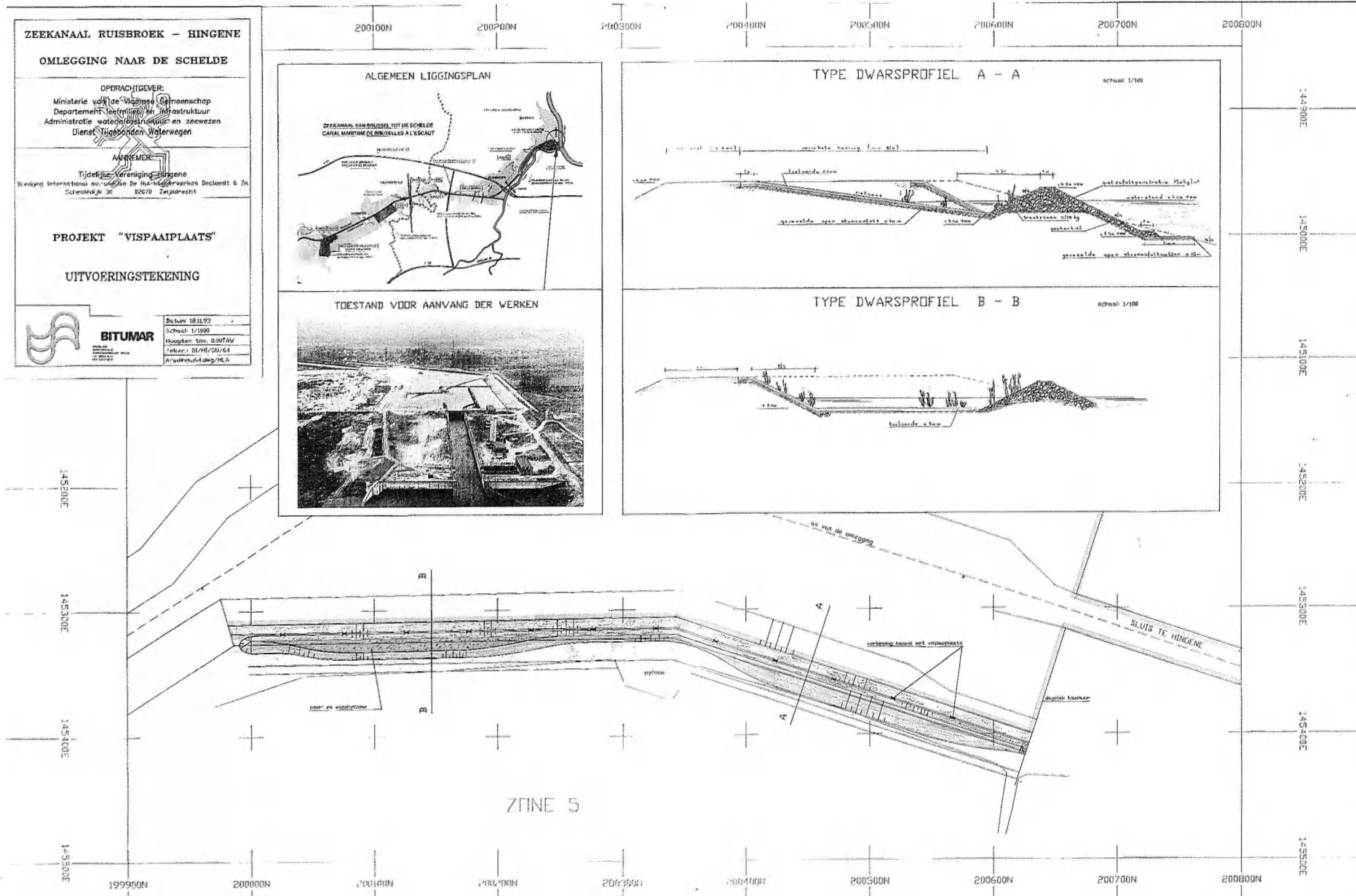
Centraal in het ontwerp en het beheer ervan staat het probleem hoe de soms tegenstrijdige wensen op het gebied van het in stand houden van de oevers kunnen worden in overeenstemming gebracht met hoge natuurwaarden of recreatieve bestemmingen daarbij rekening houdend met de verschillende randvoorwaarden als beschikbare ruimte, hydraulische belastingen, scheepvaart, enz.

Tot op heden was de aanleg van oeverstructuren langs bevaarbare waterlopen hoofdzakelijk bepaald door de noodzaak tot het verdedigen van de oevers tegen de waterstroming en tegen de retourstromen en de haalgolven van de gemotoriseerde scheepvaart.

De elementen die daarbij belangrijk waren zijn voornamelijk de stabiliteit, de constructie, de kostprijs en de behoefte aan zo min mogelijke onderhoudskosten, omdat de kredieten daarvoor vaak moeilijk ter beschikking worden gesteld.

Milieuvriendelijke of natuurtechnische oeverstructuren passen in een heel andere gedachtersfeer behorende tot het bredere gamma van natuurvriendelijkheid en bescherming en behoud van de ecologische omgeving. Hierbij spelen zowel de natuurlijke kwaliteit van het water in verband met flora en fauna onder en aan het water, als natuurlijke kwaliteit van de oevers, met hun specifieke flora en fauna, een rol. Daarnaast blijven stabiliteit, constructie, kostprijs en onderhoud van de oevers even belangrijke elementen die echter aan het criterium natuurvriendelijkheid of natuurbehoud moeten worden onderworpen. Het is een niet gemakkelijke opgave om aan de overgang land-water het technische aspect en het milieuvriendelijke aspect met elkaar te verzoenen.

Daarbij komt dat de scheepvaart, hoewel de kanalisatie en het bevaren van de waterlopen in het algemeen kunnen bijdragen tot het verbeteren van de waterkwaliteit, zeer specifieke nadelen bijbrengt die tot gevolg hebben dat het begroenen of het behoud of voortzetten van het leven in de zone die aan golfslag onderhevig is, helemaal uitgesloten is.



Een en ander heeft voor gevolg dat men, bij het aanleggen van milieuvriendelijke oevers, in de allereerste plaats moet trachten de oever helemaal van hoge golfslag en hevige stroming te vrijwaren. Pas dan is men in staat structuren te ontwerpen die een continue overgang van water naar land en van de eigen vegetatie en fauna mogelijk maken.

In onderhavig ontwerp heeft men dit trachten te bereiken door het ontwerpen van een kunstmatige vooroever die enerzijds hoog en stabiel genoeg is om alle aanvallen van de waterstroming en golfslag t.g.v. de scheepvaart op te vangen, en anderzijds voldoende doorlatend om de continuïteit van het water en het erin voorkomende leven te waarborgen.

2. Algemene beschrijving en technisch ontwerp

Nadat de hierboven uiteengezette filosofie met goed gevolg werd toegepast en uitgevoerd door de N.V. Bitumar in een pilootproject voor het herstellen van de beschadigde oevers op de gekanaliseerde Leie nabij Olsene, werd ook ter hoogte van de nieuwe sluis van Wintam een dergelijke milieuvriendelijke oever uitgevoerd.

Na grondige studie door de hoofdaannemer, de onderaannemer (de N.V. Bitumar), de Provinciale Visserijcommissie van Antwerpen en de Dienst Tjgebonden Waterwegen, werd gekozen voor een oeverbescherming die bestaat uit een vooroeverconstructie aangebracht op het onderwatertalud om de achterliggende oever tegen de invloed van het dynamische water te verdedigen en een brede natte oeverzone deels aangelegd als paai- en voedselzone en deels aangelegd als zacht glooiende vegetatiezone. Deze

geleidelijke overgang tussen land en water met de creatie van een ondiepe stilwaterplas laat voor het biotoop meer mogelijkheden toe tot ontwikkeling van diverse levensvormen. Het is trouwens de bedoeling dat op deze manier het visbestand zich op een natuurlijke wijze in stand houdt en dat overvloedige visuitzetting aldus wordt beperkt.

2.1. Kunstmatige vooroever

De harde oeververdediging, bestaande uit breuksteen kaliber 5 tot 25 kg met een verstevigde teen uit gevezelde open steenasfaltmatten, heeft tot doel het achterliggende stilwatergebied en dus de biotoopontwikkeling te beschermen tegen hydraulische en mechanische invloeden. De steenachtige verhoging op geotextiel zorgt voor demping van de invallende golven, waardoor de langdurig onrustige waterspiegel, die bij verticale constructies optreedt vanwege reflecties, niet voorkomt.

Openingen voor wateruitwisseling en eventueel fauna-uitstapplaatsen worden verkregen door plaatselijke verlagingen (om de 50 meter) van de vooroever. Om de breuksteen ter plaatse van de redelijk steile vooroever en ter plaatse van deze openingen vast te leggen en te beschermen tegen hydraulische en mechanische invloeden werd de breuksteen gepenetreerd met 150 kg gietasfalt per m². Op deze manier ontstaat een niet geheel gesloten constructie waarbij de gietasfalt alleen in het bovenste gedeelte van de breuksteenlaag is doorgedrongen. De penetratie is enkel uitgevoerd aan de voorzijde van de vooroever, op de kruin van de breuksteendam en in de openingen.



Foto 17. — Maken en leggen van gevezelde open steenasfaltmatten.



Foto 18. — Kunstmatige vooroever bestaande uit gepenetreerde breuksteen met verstevigde teen uit gevezelde open steenasfalmatten.

De hoogte van de vooroever t.o.v. het normaal kanaalpeil en de aard en de dimensies der bouwmaterialen zijn vooral gekozen in functie van de te verwachten belastingen opgewekt door de scheepvaart (golven en stromingen t.g.v. duwvaart en zeeschepen tot 10.000 ton).

De teenconstructie bestaat uit gevezelde open steenasfalmatten, 15 cm dik, die bovenop de bestaande oever gemaakt werden en met behulp van een speciaal ontwikkeld frame ter plaatse onder water gelegd. De voegen tussen deze matten werden opgevuld met asfaltmastic om zodoende een stevig en toch flexibel geheel te krijgen dat grond dicht is.

Deze gevezelde open steenasfalmatten, geplaatst tot op een voldoende diepte onder water, waar de golfwerking een aanvaardbaar minimum bereikt, hebben als hoofddoel de voet van de breuksteendam te beschermen tegen ontgronding en afbrokkeling. Vanwege haar grote flexibiliteit zal deze dunne plaatvormige erosiebescherming eventuele ontgrondingen en/of zettingen van de onderliggende natuurlijke bodem volgen en verder verhinderen.

2.2. De natte strook

De diepte, de breedte en het bodemverloop zijn belangrijke aandachtspunten bij het ontwerp van de natte strook. De waterdiepte in de natte strook hangt sterk af van de ecosysteem-onderdelen die worden nagestreefd, en van de ruimte die beschikbaar is in de breedte.

In dit ontwerp werd ervoor gekozen om vlakbij de sluis een zachtglooiend talud te bouwen bestemd voor een zo gevarieerd mogelijke vegetatie om op die manier een zo natuurlijk mogelijke overgang te krijgen met het Noordelijk Eiland en verder een paaien voedselzone bestaande uit een brede natte oeverzone met een achtergelegen 8/4 talud.

2.3. Het achtergelegen talud

Aangezien het talud is opgebouwd uit gemakkelijk erodeerbaar materiaal en oeverbeschermende planten nog niet ontwikkeld zijn werd op het achtergelegen talud een bescherming aangebracht bestaande uit een 20 cm dikke laag gevezelde open steenasfalt. Op

deze manier is ook, ter plaatse van de verlagingen, waar golf- of stroomaanval mogelijk is, een verdediging aanwezig. Bovendien krijgen we een goede bescherming van het talud tegen erosie door afstromend regenwater.

Door de grote doorlatendheid van de gevezelde open steenasfalt worden stromingsdrukken vanuit de achtergelegen oever vermeden, terwijl de filtrerende werking van het ondergelegen geotextiel uitspoeling van de zanderige oever tegengaat.

2.4. Wateruitwisseling tussen natte strook en kanaal

Een goede kwaliteit van het water is van vitaal belang voor het ecosysteem in de natte strook. Deze kwaliteit wordt verkregen door een regelmatige verversing van het water. Wateruitwisseling tussen natte strook en kanaal zorgt voor deze verversing.

De wateruitwisseling treedt met name op wanneer een schip de openingen in, de verdedigingsconstructie van de natte strook passeert. Een passerend schip veroorzaakt een spiegeldaling. Deze spiegeldaling is gedurende de passagetijd van het schip aanwezig en zorgt voor een verval tussen natte strook en kanaal. Als gevolg hiervan vindt uitstroming plaats via de openingen. Tijdens de waterspiegeldaling wordt een volume water van de natte strook naar de vaarweg verplaatst. Dit volume is afhankelijk van de mate en duur van de spiegeldaling en van de afmetingen van

de openingen en hun onderlinge afstand, de afvoereigenschappen van de openingen en het profiel van de natte strook. De door het schip opgewekte haalgolf maakt een einde aan de spiegeldaling en veroorzaakt een dusdanig verval over de openingen, dat instroming plaats vindt.

Een andere oorzaak van wateruitwisseling is de fluctuatie van het waterniveau in het kanaal door de translatiegolven ten gevolge van het schutten.

3. Materiaalkeuze

In dit ontwerp werd gekozen voor bitumineuze materialen en technieken zoals hierna uiteengezet.

Asfaltprodukten kunnen perfect en zonder hinder voor het milieu worden toegepast in de oeverbouw als natuurvriendelijke materialen en technieken.

Onderzoek heeft aangetoond dat belasting van het oppervlaktewater door PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) niet waarschijnlijk is gezien de gebruikte asfaltprodukten (mengsels van petroleum-bitumen met natuurlijke granulaten) geen aantoonbare hoeveelheden PAK ($< 0,5 \text{ mg/kg d.s.}$ voor open steenasfalt), welke zouden kunnen uitlogen, bevatten.

Bitumineuze mengsels worden zelfs vaak toegepast voor allerlei constructies in contact met drink-



Foto 19. — Vooroever (natte strook): achtertalud in opbouw.

water (bitumineuze membranen, asfaltbeton e.d.), en dit na grondig onderzoek d.m.v. chemische, organoleptische en bacteriologische methodes en eisen voor organische niet-kunststofmaterialen in contact met drinkwater (NBN S29-002).

De volgende flexibele bouwstoffen op basis van bitumen werden toegepast in dit pilootproject.

3.1. Asfaltmastiek

Asfaltmastiek is een vloeibaar mengsel van ca. 56 massaprocent zand, ca. 24 massaprocent vulstof (kalksteenmeel om de holle ruimten tussen de zandkorrels op te vullen), gebonden met ca. 20 massaprocent bitumen. Door de grote hoeveelheid bitumen verkrijgen we een zeer flexibel materiaal, ideaal om zettingen van de matjes op te vangen.

3.2. Gietasfalt

Gietasfalt is een vloeibaar overvuld mengsel van asfaltmastiek en fijne steenslag in een massaverhouding van ca. 80/20. Het gietasfalt wordt gebruikt als penetratiemateriaal voor de breukstenen. Net als asfaltmastiek kan gietasfalt eveneens warm onder water worden gestort mits toepassing van speciale uitvoeringstechnieken, een juiste mengselkeuze en een grondige kwaliteitskontrolle.

3.3. Gevezelde open steenasfalt

Gevezelde open steenasfalt is een mengsel van gevezelde asfaltmastiek (bitumen, zand, vulstof en inerte vezels) met een kalksteenslagkaliber 20/32 mm in een massaverhouding van ca. 20/80.

Gevezelde open steenasfalt vormt na afkoeling een zeer flexibele, waterdoorlatende, plaatvormige duurzame bekleding met een hoge weerstand tegen waterstromingen, golfwerking en andere hydraulische en mechanische belastingen. Door het zeer open karakter van het mengsel (de holle ruimtes hebben een percentage tot 30 volumepercent) biedt dit asfaltproduct, enkele belangrijke voordelen bij het gebruik in de natuurvriendelijke oeverbouw, met name:

- de zeer grote waterdoorlatendheid (Darcycoëfficiënt k ca. $5 \cdot 10^{-2}$ m/s) waardoor de opbouw van hydrostatische of dynamische wateroverdrukken onder de bekleding worden vermeden;
- de relatief grote openingen in de asfaltlaag, waardoor teelaarde en nadien de wortels van de vegetatie tot ca. 5 à 6 cm in het asfalt kunnen dringen en a.h.w. een verankerd erosiebestendig geheel vormen van bekleding en begroeiing.



Foto 20. — Doorsnede van de combinatie geotextiel/gevezelde open steenasfalt/teelaarde/begroeiing.

Bovendien wordt de drainerende functie behouden in het onderste gedeelte van het gevezelde open steenasfalt.

Gevezelde open steenasfalt kan door de zeer open structuur enkel boven water rechtstreeks worden verwerkt. Plaatsing onder water gebeurt als geprefabriceerde matten door toepassing van speciale legframes.

4. Enkele cijfers

In november 1993 werd van start gegaan met de bouw van deze oeververdediging over een lengte van 650 m, zodat in april 1994 het volledige project was gerealiseerd. Bij de constructie van deze milieu-oever werden volgende materialen gebruikt:

- 14.500 ton breuksteen kaliber 5 tot 25 kilogram;
- 23.000 m² geotextiel;
- 7.500 m² gevezelde open steenasfalt in situ;
- 215 asfalmatten met een oppervlakte van 12 m² elk;
- 150 ton asfaltmastiek;
- 1100 ton gietasfalt.

RÉSUMÉ :

Etude de l'impact écologique lors de la réalisation d'un projet hydrologique d'envergure : les travaux du canal Bruxelles-Rupel détournement du tronçon Ruisbroek-Hingene vers l'escout

1. Introduction

La construction du canal de Willebroek débuta en 1477 à la demande de Marie de Bourgogne. Plus de cinq siècles plus tard, l'association momentanée « Hingene » reprend la réalisation de ce projet.

Le but est d'augmenter le trafic fluvial de 4.500 Tonnes à 10.000 Tonnes.

Pour cela, il faut augmenter le tirant d'eau à 9,50 m et moderniser les écluses sur le canal.

Dans les années 70, commence la construction d'une nouvelle écluse de mer.

Mais la plus grande innovation de ce projet réside dans la modification du tracé du canal qui sera à l'avenir directement relié à l'Escaut.

La réalisation de ce détournement se déroule en 3 phases :

- Préparation du terrain (déboisement, amélioration de la qualité des sols).
- Construction des digues et murs de quai.
- Protection des berges et dragage du canal.

2. Encadrement écologique des travaux

Pour mesurer l'impact des travaux sur l'environnement, un groupe de travail rassemblant le « Dienst Tijgebonden Waterwegen » et le « Groep Toegepaste Ecologie » (Prof. Dr. Verheyen U.I.A.) est constitué.

Ce groupe définit l'encadrement écologique des travaux de la manière suivante :

« Le but du projet est d'optimiser la réalisation du canal via des mesures naturelles qui mènent à une amélioration de la qualité de l'environnement »

L'étude porta essentiellement sur la problématique du dépôt de matière polluée (gypse).

3. Transport hydrauliques de terres sous une voie d'eau existante

Pour accéder aux dépôts des matériaux de dragages, il fallait croiser le canal et le Rupel.

Une étude fut réalisée pour analyser la méthode la plus adaptée. Les critères imposés par l'administration étaient :

- pas d'obstruction du trafic fluvial;
- délai d'exécution court;
- coût minimal;
- impact minimal sur l'environnement.

La technique du forage directionnel fut choisie et deux conduites furent placées sous le canal (280 m) et le Rupel (420) d'un diamètre de 762 mm.

4. Protection écologique des berges

Une protection écologique des berges sous entend une construction des berges de tel sorte qu'un environnement intéressant soit créé pour l'homme, la faune et la flore.

Dans le cas présent, il fallait garantir un équilibre écologique malgré la pollution de l'eau due aux bateaux sur le canal.

Il fut réalisé une zone neutre dans les berges où l'écosystème pourrait se développer à l'abri de toutes perturbations.